

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-039010

(43)Date of publication of application : 10.02.2005

(51)Int.Cl.

H01L 43/08
G01R 33/09
H01L 43/02

(21)Application number : 2003-199280

(71)Applicant : YAMAHA CORP

(22)Date of filing : 18.07.2003

(72)Inventor : WAKUI YUKIO

(54) MAGNETIC SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic sensor in which adhesive properties between bias magnet layers and protective layers are improved and which is excellent in environmental resistance.

SOLUTION: In the magnetic sensor 10, a spin valve type magnetoresistive effect element 12 is provided on a substrate 11, and the bias magnet layers 14 composed of permanent magnet layers are connected to both ends of the element 12. At the same time, the protective films 17 are formed so as to cover the magnetoresistive effect element 12 and the top surfaces 14a of the magnet layers 14. The element 12 is installed so that bottom surfaces 12a of both ends of the element 12 may cover almost all areas of top surfaces 14a of the bias magnet layers 14. In peripheral edges of the bias magnet layers 14, intervals between side faces of both ends of the element 12 and side faces of the magnet layers 14 are adjusted so that the intervals may become $\leq 3 \mu\text{m}$ when the element 12 is viewed from the protective film 17 side.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-39010

(P2005-39010A)

(43) 公開日 平成17年2月10日(2005.2.10)

(51) Int. Cl.⁷

H01L 43/08

G01R 33/09

H01L 43/02

F I

H01L 43/08

H01L 43/08

H01L 43/02

G01R 33/06

P

Z

Z

R

テーマコード(参考)

2G017

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2003-199280(P2003-199280)

(22) 出願日 平成15年7月18日(2003.7.18)

(71) 出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

(74) 代理人 100089037

弁理士 渡邊 隆

(72) 発明者 涌井 幸夫

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社社内

Fターム(参考) 2G017 A055 A065

(54) 【発明の名称】 磁気センサ

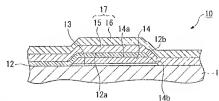
(57) 【要約】

【課題】 耐環境性に優れた磁気センサを提供する。

【解決手段】 基板11上にスピンドル型の磁気抵抗効果素子12が配され、磁気抵抗効果素子12の両端部には永久磁石膜からなるバイアス磁石層14がそれぞれ接続されており、磁気抵抗効果素子12およびバイアス磁石層14の上面14aを被覆するように保護膜17が設けられた磁気センサ10において、磁気抵抗効果素子12の両端部の下面12aが、バイアス磁石層14の上面14aの略全域を覆うように、磁気抵抗効果素子12を設ける。バイアス磁石層14の同縁部において、保護膜17側から磁気抵抗効果素子12を見たとき、磁気抵抗効果素子12の両端部の側面と、バイアス磁石層14の側面との間隔が3μmを超えないようにする。

【選択図】

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上にスピンバルブ型の磁気抵抗効果素子が配され、該磁気抵抗効果素子の両端部には永久磁石膜からなるバイアス磁石層がそれぞれ接続されており、該磁気抵抗効果素子および該バイアス磁石層の上面を被覆するように保護膜が設けられた磁気センサにおいて、前記磁気抵抗効果素子の両端部の下面が、前記バイアス磁石層の上面の略全域を覆っていることを特徴とする磁気センサ。

【請求項 2】

前記バイアス磁石層の周縁部において、前記保護膜側から前記磁気抵抗効果素子を見たとき、前記磁気抵抗効果素子の両端部の側面と、前記バイアス磁石層の側面との間隔が $3 \mu\text{m}$ を超えないことを特徴とする請求項 1 に記載の磁気センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、耐環境性に優れる磁気センサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、巨大磁気抵抗素子（以下、「GMR 素子」とも称する。）などの抵抗値を呈するスピンバルブ型の磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサが提案され、実用に供されている。この GMR 素子は、磁化の向きが所定の向きにピン止めされたビンド層と、磁化の向きが外部磁界に対応して変化するフリー層とを備え、外部磁界が加わった場合に、ビンド層の磁化の向きとフリー層の磁化の向きとの相対関係に応じた抵抗値を呈するもので、この抵抗値を測定することで外部磁界を検出している。

【0003】

図 1 は、従来の磁気センサの概略構成を示す断面図である。

この磁気センサは、所定の厚みを有する石英またはシリコンウエハからなる基板 101 と、この基板 101 上に配された GMR 素子からなる磁気抵抗効果素子 102 と、この磁気抵抗効果素子 102 の両端にそれぞれ接続され、基板 101 上に非磁性材料からなる下地膜 103 を介して配された永久磁石膜からなるバイアス磁石層 104 と、磁気抵抗素子 102 およびバイアス磁石層 104 の上面を全て被覆するように設けられた酸化ケイ素膜からなる第一保護膜 105 と、窒化ケイ素膜からなる第二保護膜 106 とから概略構成されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

ここで、第一保護膜 105 と第二保護膜 106 を併せて保護膜 107 と言うこともある。

【0004】

この磁気センサでは、磁気抵抗効果素子 102 の両端の下面が、バイアス磁石層 104 の上面の全域を覆っていない。そのため、バイアス磁石層 104 の上面の一部にかかった状態で接続されている。このような磁気センサは、熱冷サイクル試験などによって、バイアス磁石層 104 と保護膜 107 の界面において、保護膜 107 が剝離することがあった。

【0005】

【特許文献 1】

特開平 12-137906 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、前記事情に鑑みてなされたもので、耐環境性に優れる磁気センサを提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するために、基板上にスピンバルブ型の磁気抵抗効果素子が配され、該磁気抵抗効果素子の両端部には永久磁石膜からなるバイアス磁石層がそれぞれ接続されており、該磁気抵抗効果素子および該バイアス磁石層の上面を被覆するように保護

10

20

30

40

50

膜が設けられた磁気センサにおいて、前記磁気抵抗効果素子の両端部の下面が、前記バイアス磁石層の上面の略全域を覆っている磁気センサを提供する。

【0008】

上記構成の磁気センサにおいて、前記バイアス磁石層の周縁部において、前記保護膜側から前記磁気抵抗効果素子を見たとき、前記磁気抵抗効果素子の両端部の側面と、前記バイアス磁石層の側面との間隔が $3\mu\text{m}$ を超えないことが好ましい。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の磁気センサについて図面に基づき詳細に説明する。

図1は、本発明の磁気センサの一実施形態を示す概略断面図である。図2は、本発明の磁気センサの一実施形態における保護膜側から磁気抵抗効果素子を見た状態を示す概略平面図であり、(a)は全体図、(b)はバイアス磁石の周縁部を示す部分図である。

【0010】

この実施形態の磁気センサ10は、所定の厚みを有する石英またはシリコンウエハからなる基板11と、この基板11上に配されたGMR素子をなす磁気抵抗効果素子12と、この磁気抵抗効果素子12の両端部にそれぞれ接続され、基板11上に非磁性材料からなる下地膜13を介して配された永久磁石膜からなるバイアス磁石層14と、磁気抵抗素子12およびバイアス磁石層14の上面を全て被覆するように設けられた第一保護膜15と、この第一保護膜15の上面に設けられた第二保護膜16とから概略構成されている。

【0011】

磁気センサ10では、磁気抵抗効果素子12の両端部の下面12aが、バイアス磁石層14の上面14aのほぼ全域を覆うように設けられている。

【0012】

ここで、磁気抵抗効果素子12の両端部の下面12aが、バイアス磁石層14の上面14aのほぼ全域を覆うとは、次のようなことを示している。すなわち、図2に示すように、バイアス磁石層14の周縁部14dにおいて、磁気抵抗効果素子12の側面12bと、バイアス磁石層14の側面14bが同一面上に配されることがなく、かつ、磁気抵抗効果素子12の側面12cと、バイアス磁石層14の側面14cが同一面上に配されることがなく、磁気抵抗効果素子12の両端の下面12aが、上面14aを覆っていることを示している。

【0013】

また、磁気センサ10では、バイアス磁石層14の周縁部14dにおいて、保護膜17側から磁気抵抗効果素子12を見たときに、磁気抵抗効果素子12の両端部の側面と、バイアス磁石層14の側面との間隔が $3\mu\text{m}$ を超えないように、磁気抵抗効果素子12の両端の下面12aが、上面14aを覆っている。すなわち、図2(b)に示すように、バイアス磁石層14の周縁部14dにおいて、磁気抵抗効果素子12の側面12bと、バイアス磁石層14の側面14bとの間隔 d_1 、および、磁気抵抗効果素子12の側面12cと、バイアス磁石層14の側面14cとの間隔 d_2 が $3\mu\text{m}$ を超えないようになっている。

【0014】

磁気抵抗効果素子12の両端部の側面と、バイアス磁石層14の側面との間隔が $3\mu\text{m}$ を超えたと、バイアス磁石層14と保護膜17との密着性が不十分となり、熱サイクル試験などによって、外部から剪断応力を繰り返し加えた場合、バイアス磁石層14と保護膜17の界面において、保護膜17が剥離するおそれがある。

【0015】

磁気抵抗効果素子12は、例えば、フリー層、銅(Cu)からなる導電性のスペーサ層、コバルト-鉄(CoFe)合金からなるピンド層、白金-マンガン(PtMn)合金からなるピンニング層、チタン(Ti)、タンタル(Ta)などの金属薄膜からなるキャッピング層が順次積層されてなるものである。

【0016】

10

20

30

40

50

フリー層は、外部磁界の向きに応じて磁化の向きが変化する層であり、例えば、コバルト-ジルコニウム-ニオブ (CoZrNb) アモルファス磁性層と、 CoZrNb アモルファス磁性層上に積層されたニッケル-鉄 (NiFe) 磁性層と、 NiFe 磁性層上に積層されたコバルト-鉄 (CoFe) 層とから構成されている。
このフリー層には、その一軸異性を維持するために、所定の方向にバイアス磁石層 14 によりバイアス磁界が付与されている。

【0017】

CoZrNb アモルファス磁性層と NiFe 磁性層は、軟質の強磁性体であり、 CoFe 層は NiFe 磁性層のニッケルおよびスペーサ層の銅の拡散を防止するものである。

【0018】

スペーサ層は、銅もしくは銅合金からなる金属薄膜である。

ビンド層は、コバルト-鉄 (CoFe) 磁性層により構成されている。この CoFe 磁性層は、後述する反強磁性膜に交換結合的に裏打されることにより磁化の向きがピン止め (図 9) されている。

【0019】

ピニング層は、 CoFe 磁性層上に積層された白金を 45 ~ 55 mol % 含む PtMn 合金からなる反強磁性膜により構成されている。

これらビンド層とピニング層を併せてピン層と称する。

【0020】

下地膜 13 は、膜厚 40 nm 程度のクロム (Cr) からなる金属薄膜である。

バイアス磁石層 14 は、膜厚 90 nm 程度のコバルト-白金-クロム (CoCrPt) 合金からなる金属薄膜である。

【0021】

第一保護膜 15 は、酸化ケイ素 (SiO_x 膜) からなる薄膜である。

第二保護膜 16 は、窒化ケイ素 (Si_3N_4 膜) からなる薄膜である。

【0022】

次に、図 3 および図 4 ~ 図 10 を用いて本発明に係る磁気センサの製造方法について説明する。

図 3 は、本発明に係る磁気センサの製造方法の手順を示すフローチャートである。図 4 ~ 図 10 は、本発明に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【0023】

この磁気センサの製造方法では、まず石英またはシリコンウエハからなる基板 11 を用意する。基板 11 には、あらかじめ磁気センサ制御用の LSI 部分を形成しておくことができる。その場合には、工程 A において、公知の方法にてトランジスタなどの素子、および配線、絶縁膜、コンタクトなどを形成し保護膜を形成し、この保護膜に接続用の開口部を形成しておく。

【0024】

次いで、図 4 に示すように、石英またはシリコンウエハからなる基板 11 の上面にスパッタリング法により、膜厚 40 nm 程度のクロムからなる下地膜 13 を形成する。続いて、下地膜 13 の上面にスパッタリング法により、膜厚 90 nm 程度のコバルト-白金-クロム合金からなるバイアス磁石層 14 を形成する (工程 B-1)。

【0025】

次いで、図 5 に示すように、バイアス磁石層 14 の上面に、スピコート法、ディップコート法などにより任意の厚みのフォトリソグレイスを塗布し、このフォトリソグレイスの表面に任意のパターンのマスクを配置して露光した後、現像処理を行って不必要なフォトリソグレイスを除去する。続いて、フォトリソグレイスを加熱してリフローさせ、両端部が曲面をなすようにレジスト膜 20 を形成する (工程 B-2)。

【0026】

次いで、図 6 に示すように、イオンミリングにより、レジスト膜 20 で覆われていない部分の下地膜 13 およびバイアス磁石層 14 を除去すると同時に、下地膜 13 およびバイア

10

20

30

40

50

ス磁石層 14 を所定の形状に形成する（工程 B-3）。この工程 B-3 において、レジスト膜 20 の両端部の曲面形状に応じて、イオンミリングにより、下地膜 13 およびバイアス磁石層 14 の側面が基板 11 に対して傾斜するように形成される。

【0027】

次いで、図 7 に示すように、アセトン、N-メチル-2-ピロリドンなどの洗浄液でレジスト膜 20 を除去し、バイアス磁石層 14 の表面を洗浄し、レジスト膜 20 を除去する（工程 B-4）。

【0028】

次いで、図 8 に示すように、基板 11 の上面、下地膜 13 の側面、バイアス磁石層 14 の上面および側面に、イオンビームスパッタ法、マグネトロンスパッタ法などにより、磁気抵抗効果素子 12 を形成する（工程 B-5）。

【0029】

次いで、外部空間に設けたマグネットアレイを、バイアス磁石層 14 に対して所定の位置に配置し、ピン層に対して所定の方向に磁場を印加する（工程 B-6）。

【0030】

次いで、マグネットアレイと、バイアス磁石層 14 との配置を固定したまま、真空中にて、280℃で4時間熱処理する。これにより、磁気抵抗効果素子 12 のピン層のうち、ピン層の規則化熱処理を行う（工程 B-7）。

【0031】

次いで、マグネットアレイを所定の位置から取り外す（工程 B-8）。

【0032】

次いで、図 9 に示すように、磁気抵抗効果素子 12 の上面に、スピンコート法、ディップコート法などにより任意の厚みのフォトリソを塗布し、このフォトリソの表面に任意のパターンのマスクを配置して露光した後、現像処理を行って不要なフォトリソを除去する。続いて、フォトリソを加熱してリフローさせ、両端部が曲面をなすようにレジスト膜 21 を形成する（工程 B-9）。

【0033】

次いで、イオンミリングにより、レジスト膜 21 で覆われていない部分の磁気抵抗効果素子 12 を除去すると同時に、磁気抵抗効果素子 12 を所定の形状に形成する（工程 B-10）。この工程 B-10 において、レジスト膜 21 の両端部の曲面形状に応じて、イオンミリングにより、磁気抵抗効果素子 12 の側面が基板 11 に対して傾斜するように形成される。

【0034】

次いで、アセトン、N-メチル-2-ピロリドンなどの洗浄液でレジスト膜 21 を除去し、磁気抵抗効果素子 12 の表面を洗浄し、レジスト膜 21 を除去する（工程 B-11）。

【0035】

次いで、磁気抵抗効果素子 12 の上面に、プラズマ CVD 法により、膜厚 150 nm 程度の酸化ケイ素膜からなる第一保護膜 15 を形成する（工程 B-12）。

【0036】

次いで、第一保護膜 15 の上面に、プラズマ CVD 法により、膜厚 300 nm 程度の窒化ケイ素膜からなる第二保護膜 16 を形成する（工程 B-13）。

ここで、第一保護膜 15 および第二保護膜 16 の上に、さらにポリイミド樹脂からなる第三保護膜を設けてもよい。

【0037】

次いで、工程 C において、第一保護膜 15 および第二保護膜 16 の所定の箇所において開口し、パッドを形成した後、ウエハをダイシングして個々のチップに切断する。そして、個々のチップは樹脂により封止される。

【0038】

以下、実施例により本発明をさらに具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0039】

(実施例)

上述の本発明に係る磁気センサの製造方法に従って、膜厚5nmの磁気抵抗効果素子を有する磁気センサを作製した。

この際、バイアス磁石層の周縁部において、保護膜(素子の上面)側から磁気抵抗効果素子を見たとき、磁気抵抗効果素子の両端部の側面と、バイアス磁石層の側面との間隔dが1μm、2μm、3μmの磁気センサを作製した。

また、得られた磁気センサを用いて、プラスチックモールドパッケージを作製した。

【0040】

(1)密着性試験

磁気センサの上面(保護膜が設けられている側の面)にスコッチ3M社製のメンディングテープを貼付した後、このメンディングテープを引き剥がして、磁気センサのバイアス磁石層と保護膜の界面における剥離の有無を調べた。同様の試験を磁気センサ100個について行い、界面における剥離が生じた磁気センサの数を数えた。結果を表1に示す。

【0041】

(2)熱冷サイクル試験

磁気センサのプラスチックモールドパッケージを、-65℃で30分間保持、5分間で室温まで昇温、室温で30分間保持、5分間で150℃まで昇温、150℃で30分間保持、5分間で室温まで降温、室温で30分間保持、5分間で-65℃まで降温の温度サイクルを1サイクルとして500回繰り返し温度変化させる環境に放置した。

その後、このプラスチックモールドパッケージを、発煙硝酸を用いるエッチングにより開封し、磁気センサのバイアス磁石層と保護膜の界面における剥離の有無を調べた。同様の試験を磁気センサのプラスチックモールドパッケージ20個について行い、界面における剥離が生じた磁気センサの数を数えた。結果を表1に示す。

【0042】

(比較例)

上述の本発明に係る磁気センサの製造方法に準じて、膜厚50nmの磁気抵抗効果素子を有する磁気センサを作製した。

この際、バイアス磁石層の周縁部において、保護膜側から磁気抵抗効果素子を見たとき、磁気抵抗効果素子の両端部の側面と、バイアス磁石層の側面との間隔dが15μmの磁気センサを作製した。

また、得られた磁気センサを用いて、プラスチックモールドパッケージを作製した。

【0043】

実施例と同様にして、得られた磁気センサおよび磁気センサのプラスチックモールドパッケージについて、密着性試験および熱冷サイクル試験を行った。結果を表1に示す。

【0044】

【表1】

	間隔d (μm)	密着性試験 (個/100個)	熱冷サイクル試験 (個/20個)
実施例	1	0	0
実施例	2	2	0
実施例	3	2	0
比較例	15	32	7

【0045】

表 1 の結果から、実施例の磁気センサは、バイアス磁石層と保護膜との密着性に優れ、耐環境性にも優れたものであることが確認された。
一方、比較例の磁気センサは、バイアス磁石層と保護膜との密着性が不十分であるため、耐環境性にも劣るものであることが確認された。

【 0 0 4 6 】

【 発明の効果 】

以上説明したように、本発明の磁気センサは、磁気抵抗効果素子の両端部の下面が、バイアス磁石層の上面の略全域を覆うように、磁気抵抗効果素子を設けることにより、バイアス磁石層と保護膜との密着性が向上し、耐環境性、特に温度変化に対する耐性に優れ、信頼性の高いものとなる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の磁気センサの一実施形態を示す概略断面図である。

【 図 2 】 本発明の磁気センサの一実施形態における保護膜側から磁気抵抗効果素子を見た状態を示す概略平面図であり、(a) は全体図、(b) はバイアス磁石の周縁部を示す部分図である。

【 図 3 】 本発明に係る磁気センサの製造方法の手順を示すフローチャートである。

【 図 4 】 本発明に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【 図 5 】 本発明に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【 図 6 】 本発明に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【 図 7 】 本発明に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

20

【 図 8 】 本発明に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【 図 9 】 本発明に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

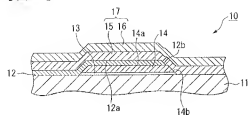
【 図 1 0 】 本発明に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【 図 1 1 】 従来の磁気センサの概略構成を示す断面図である。

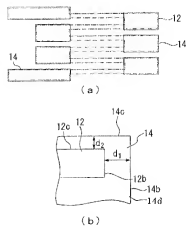
【 符号の説明 】

1 0・・・磁気センサ、1 1・・・基板、1 2・・・磁気抵抗効果素子、1 3・・・下地膜、1 4・・・バイアス磁石層、1 4 d・・・周縁部、1 5・・・第一保護膜、1 6・・・第二保護膜、1 7・・・保護膜、2 0、2 1・・・レジスト膜。

【図 1】



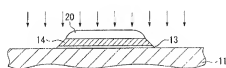
【図 2】



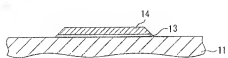
【図 5】



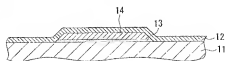
【図 6】



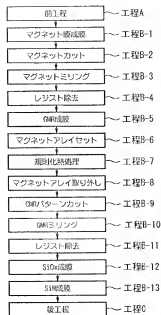
【図 7】



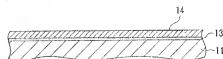
【図 8】



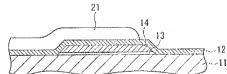
【図 3】



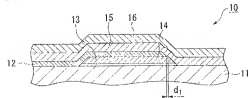
【図 4】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

